

ACOUSTIQUE. — Étude de l'émission sonore d'un profil isolé placé dans le champ hydrodynamique induit par une zone de mélange. Note (*) de MM. Henri Arbey, Michel Sunyach et M^{lle} Geneviève Comte-Bellot, présentée par M. Edmond-A. Brun.

Le spectre du bruit émis par un profil placé près d'une zone de mélange présente, en plus de la composante liée à l'échappement tourbillonnaire, une composante dans une bande de fréquence caractéristique du champ hydrodynamique induit. La répartition des sources équivalentes au sens de Lighthill-Curle traduit deux mécanismes d'émission distincts. Un bon accord est constaté entre l'intensité acoustique mesurée et celle que l'on déduit de cette répartition de sources.

L'analyse des sources équivalentes est effectuée par la méthode exposée dans (1). Le profil utilisé est un NACA 0012 symétrique bidimensionnel de corde $c = 8$ cm et de 30 cm d'envergure. Il est placé parallèlement à l'axe de la buse à partir duquel on compte la distance Y , puis rapproché de la zone de mélange du jet dont la vitesse moyenne est de 20 m/s.

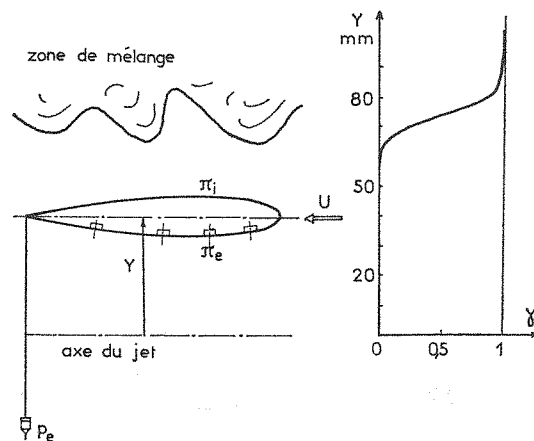


Fig. 1

La région intermittente, examinée en présence du profil, entre les sections correspondant au bord d'attaque et au bord de fuite, se développe à partir de $Y = 60$ mm suivant le profil d'intermittence indiqué sur la figure 1.

Des capteurs de pression de type capacitif, sont incorporés à une des faces du profil aux distances relatives $s/c = 12,5; 20; 47,5$ et 75% . Les mesures correspondant à l'autre face sont obtenues par retournement du profil. Les indices i et e désignent les grandeurs relevées côté zone de mélange et côté axe du jet respectivement.

La pression en champ lointain p_e est mesurée par un microphone Bruel & Kjaer de 2,5 cm placé à 1,7 m du profil sur la perpendiculaire au plan médian, côté axe du jet.

Les spectres E_π et E_p de la pression à la surface du profil et de la pression en champ lointain, obtenus à différentes distances de la zone de mélange présentent les caractères communs suivants : (fig. 2 et 3) :

— Existence d'un pic de Strouhal pour $f = 1\,500$ Hz tant que le profil n'atteint pas la zone de mélange, ou plus précisément tant que $Y \leq 75$ mm pour π_e et p , et $Y \leq 60$ mm

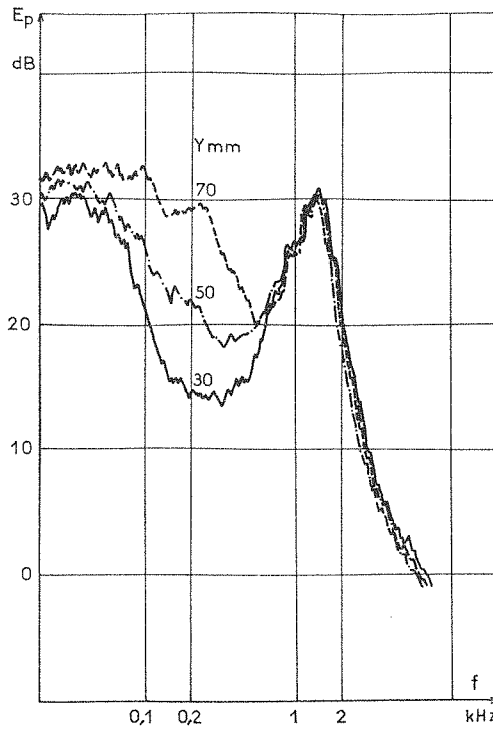


Fig. 2

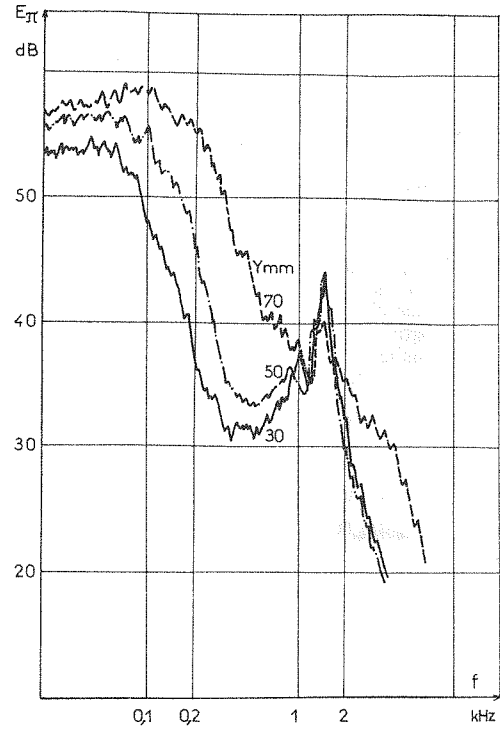


Fig. 3

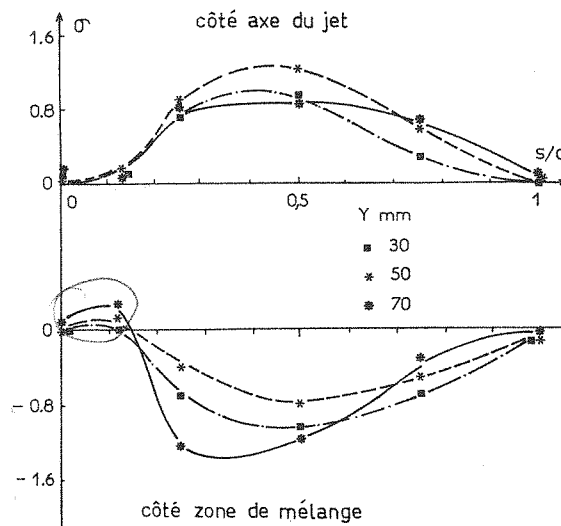


Fig. 4 — (*) Étude de l'émission sonore d'un profil isolé, placé à différentes incidences.

pour π . Au-delà, les niveaux de π et p qui s'établissent à 1 500 Hz sont respectivement supérieurs et inférieurs aux niveaux des pics de Strouhal correspondants, ce qui traduit un changement dans le mécanisme de l'émission acoustique.

— Apparition d'une composante basse fréquence ⁽²⁾. Cette composante est liée aux fluctuations de vitesse longitudinale et transversale existant dans le cône à potentiel du jet. Les fluctuations ont en effet un spectre qui présente un maximum vers $f = 100$ Hz ⁽³⁾.

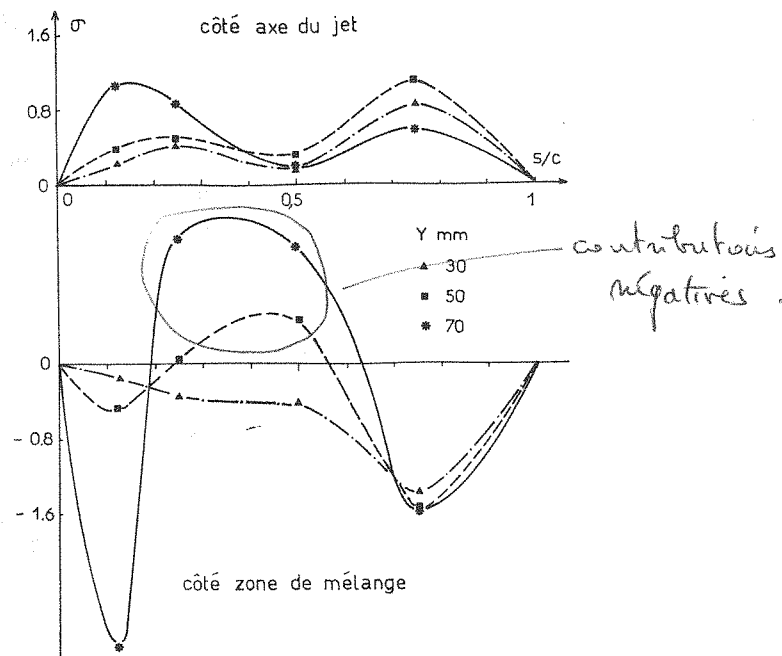


Fig. 5

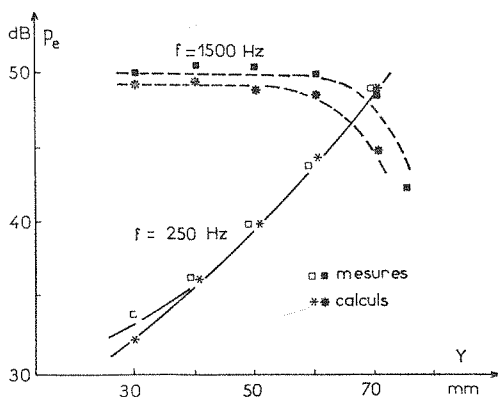


Fig. 6

L'intensité de la source acoustique équivalente au point s/c est d'après ⁽¹⁾ proportionnelle à $\sqrt{\pi^2} [R \tilde{\pi} \tilde{p}]_{\tau_0-1/4f}$ de sorte que la densité relative de source acoustique au même point s'exprime par

$$\sigma(s/c) = \frac{\sqrt{\pi^2} [R \tilde{\pi} \tilde{p}]_{\tau_0-1/4f}}{\int_s \pm \pi^2 [R \tilde{\pi} \tilde{p}]_{\tau_0-1/4f} (ds/c)}$$

R désignant un coefficient de corrélation, f la fréquence, et τ_0 le temps de propagation entre le profil et le point d'écoute où l'on mesure p . Le signe + doit être attribué à la face du profil visible du point d'écoute et le signe - à la face opposée.

Cette densité σ a été étudiée pour deux bandes de fréquence, l'une correspondant à l'échappement tourbillonnaire, et l'autre aux fluctuations induites.

1. ÉMISSION LIÉE A L'ÉCHAPPEMENT TOURBILLONNAIRE ($f = 1,500$ Hz). — Les valeurs de σ sont représentées sur la figure 4 pour différentes valeurs de Y. Tant que le profil n'atteint pas la zone pleinement turbulente, la répartition de sources correspond pratiquement à un écoulement incident sain : σ est maximal au milieu du profil parce que le retard $\tau_0 - 1/4f$ correspond dans cette région au maximum de la corrélation $R_{\tilde{\pi}\tilde{p}}$. Une composante de nature acoustique est donc prédominante dans les signaux de pression π , cf (4). Ces résultats sont prévisibles car les fluctuations de vitesse induites à 1 500 Hz sont très petites (-30 dB par rapport aux fluctuations induites à 250 Hz).

2. ÉMISSION LIÉE AUX FLUCTUATIONS INDUITES ($f = 250$ Hz). — L'évolution de σ est représentée sur la figure 5. Lorsque Y croît, on observe pour la face dirigée vers l'axe du jet une augmentation de la densité relative dans la région du bord d'attaque. Cette augmentation est compensée par une diminution dans la région du bord de fuite, de sorte que la contribution relative de chaque face varie peu. Pour la face dirigée vers la zone de mélange, l'augmentation de la densité sur le bord d'attaque est encore plus marquée, tandis qu'un phénomène différent se manifeste au milieu du profil : la corrélation $R_{\tilde{\pi}_i\tilde{p}}$ change de signe. Il faut en effet considérer que les perturbations peuvent soit affecter l'incidence instantanée du profil, soit interagir directement avec les surfaces qu'elles rencontrent.

La figure 6 donne l'intensité acoustique évaluée pour chacune de ces émissions, à partir des distributions de source précédemment évaluées. L'accord est bon, les écarts restant voisins de 2 db. Nous avons pu ainsi repérer deux mécanismes d'émission distincts :

- le premier, lié à l'échappement tourbillonnaire, engendre une onde acoustique qui se développe à partir du bord de fuite;
- le deuxième, lié aux perturbations incidentes, pour lequel le bord d'attaque joue un rôle dominant.

(*) Séance du 13 octobre 1975.

(1) H. ARBEY, M. SUNYACH et G. COMTE-BELLOT, *Comptes rendus*, 281, série B, 1975, p. 285.

(2) M. SUNYACH, H. ARBEY, D. JUVE et G. COMTE-BELLOT, *Bruit émis par un profil placé au voisinage d'une zone turbulente* (Eight International Congress on acoustics, London, 1974).

(3) H. ARBEY, *Contribution à l'étude du bruit d'un profil d'aile placé dans un écoulement* (Thèse de 3^e Cycle, Université Lyon I, 1975).

(4) M. SUNYACH, H. ARBEY, D. ROBERT, J. BATAILLE et G. COMTE-BELLOT, *Correlations between far Field Acoustic Pressure and Flow Characteristics for a Single Airfoil* (AGARD Conference n° 131, Noise mechanisms, Paper n° 5, 1973).

École Centrale de Lyon,
Laboratoire de Mécanique des Fluides,
Équipe de Recherche associée au C.N.R.S.,
36, route de Dardilly,
69130 Écully.